Il sistema CELAY: un confronto in termini di adattamento tra la tecnica di fabbricazione diretta e quella indiretta

*Sandro Siervo, MD, PhD**

*Bernardo Bandettini, MD***

*Paolo Siervo, MD**

*Alessandra Falleni, PhD****

*Raffaele Siervo, MD, DDS, PD*****

CELAY è un sistema ceramico lavorabile a macchina che è in grado di fresare inlay, onlay e faccette estetiche da blocchi di ceramica industriale prefabbricata. Per fare i restauri di ceramica si possono usare modelli intraorali o indiretti. Per analizzare il divario marginale dei restauri ottenuti con i due metodi si usò la microscopia elettronica a scansione. La tecnica di fabbricazione diretta produsse dimensioni del divario marginale significativamente migliori ($P < 0,01$) per le aree interprossimali, mentre con la tecnica di fabbricazione indiretta ($P < 0,01$) i restauri mostrarono divari marginali significativamente più piccoli ai bordi occlusali. Si discute della rilevanza clinica di questi risultati e delle loro possibili applicazioni per lo sviluppo di un nuovo materiale da impronta.
Int J Prosthodont 1994;7:434-439.

L'odontoiatria estetica è divenuta sempre più importante[1,2] e sono stati presentati diversi metodi e tecniche per ottenere restauri estetici. Questi si applicano principalmente ai denti anteriori ma con alcune modifiche è possibile usarli anche nelle zone posteriori.[3,4] Il restauro estetico ideale dovrebbe soddisfare diversi requisiti[5,6]: avere l'aspetto di un dente naturale, non presentare mutamenti di colore nel corso del tempo, poter essere fabbricato con facilità ed essere conveniente in termini di costo. Il materiale di restauro dovrebbe anche consentire una preparazione conservativa del dente. I restauri di ceramica soddisfano la maggior parte di questi criteri e rappresentano perciò il materiale di elezione per l'odontoiatria estetica. Nell'ultimo decennio sono stati fatti molti sforzi per migliorare le proprietà fisiche e chimiche di questi materiali. Sviluppi progressivi hanno portato alla capacità di lavorare a macchina i restauri da blocchi di ceramica industriale preformati.[7-9] Il primo sistema disponibile in commercio fu CEREC,[10] mentre CELAY[11] è apparso solo di recente nel mercato europeo. Lo scopo di questo studio era valutare il divario marginale dei restauri CELAY fabbricati sia con la tecnica diretta che con quella indiretta.

* *Professore assistente, Scuola di Odontoiatria, Università di Milano, Milano, Italia.*

** *Professore assistente, Clinica e Policlinico di Chirurgia Maxillo-facciale, Università Ludwig Maximilian, Monaco, Germania.*

*** *Professore assistente, Reparto di Biomedicina Sperimentale Infettiva Pubblica, Sezione di Biologia e Genetica, Pisa, Italia.*

**** *Professore, Scuola di Odontoiatria, Università di Pisa, Ospedale Santa Chiara, Pisa, Italia.*

Richieste di ristampe: Dr Sandro Siervo, Viale Tunisia 43, I-20124, Milano, Italia.

Materiali e metodi

Preparazione della cavità

Si completarono preparazioni per inlay convenzionali in 10 denti del giudizio umani estratti[12] seguendo le regole generali per restauri del colore dei denti,[2] prestando attenzione a zone critiche quali l'istmo e la superficie occlusale per garantire uno spessore minimo del materiale compreso tra 1,5 e 2 mm e usando una divergenza occlusale di 6-8 gradi. Si arrotondarono sempre gli angoli di due superfici opposte al fine di ottenere passaggi arrotondati. Si formò nello smalto una linea di finitura della superficie cavitaria molto netta e non si mise alcun bisello per facilitare la cementazione adesiva. Per standardizzare la procedura tutte le preparazioni furono completate da un unico operatore (RS). Si conservarono i denti in soluzione fisiologica a 4°C tranne che durante le procedure di cementazione; dopo avere cementato e rifinito gli inlay si rimisero i campioni in soluzione fisiologica fresca. Per ridurre possibili errori, fu lo stesso individuo a fresare entrambi i gruppi di restauri. I denti furono divisi a caso in due gruppi di cinque denti ciascuno; il primo gruppo fu restaurato con una tecnica di fabbricazione diretta,

mentre per il secondo si usò una procedura indiretta.

Fabbricazione coi metodi diretto e indiretto

Con la tecnica di fabbricazione diretta si fece un cosiddetto "proinlay" direttamente sul dente estratto. A tale scopo si mise della resina (CELAY TECH, ESPE, Seefeld, Germania) nella preparazione dell'inlay e la si modellò per ottenere una forma occlusale corretta, punti di contatto adeguati e adattamento dei margini. Dopo aver formato il modello lo si sottopose ad una fotopolimerizzazione iniziale (Optilux, Demetron, Danbury, Ct) per 20 secondi, dopo di che lo si tolse delicatamente dal dente. Un secondo ciclo di polimerizzazione per 40 secondi completò l'indurimento del proinlay. Questo fu poi rimesso sul dente per controllarne la precisione di posizionamento, la correttezza dell'adattamento marginale, i rapporti occlusali e i contatti prossimali e si fecero quindi le modifiche necessarie aggiungendo o togliendo resina per completare la fabbricazione diretta.

La tecnica di fabbricazione indiretta differiva da quella diretta solo per il fatto che si faceva un'impronta del dente preparato (Provil Soft, Bayer Dental, Leverkusen, Germania) e la si colava in gesso per modelli (Microdice, Laboratories Odoncia, Ivry sur Seine, Francia) utilizzando una tecnica a modello unitario rimovibile (Zeiser, Girrbach Dental, Dentag Italia, Bolzano, Italia) per sviluppare il modello maestro. Il proinlay fu fatto sul modello unitario seguendo le stesse procedure precedentemente descritte.

Fabbricazione dell'inlay

Si misero i modelli di proinlay fabbricati con entrambe le tecniche nella fresatrice CELAY e si seguì il procedimento pantografico di copiatura/fresatura.[13] L'unità CELAY è costituita da due componenti integrate ma separate: l'utensile di copiatura e la fresa a pantografo. Il primo copia il proinlay, mentre la seconda fresa l'inlay di ceramica da un blocco di ceramica industriale (blocchi Vita CELAY, Vita Zahnfabrik, Bad Säckingen, Germania). Mentre l'utensile di copiatura copia il proinlay, ogni movimento viene trasferito alla fresa a pantografo. L'utensile e la fresa sono in grado di traslare su tre piani (X, Y e Z) e sue due piani rotazionali aggiuntivi (X e Z). Altri due piani rotazionali dipendono dal rapporto tra il supporto del proinlay e il supporto del blocco di ceramica. L'accoppiamento di tutti questi movimenti conferisce al sistema 8 gradi di libertà. Queste caratteristiche consentono praticamente a tutti i corpi tridimensionali di essere fresati da tale sistema. E' da sottolineare che 5 gradi di libertà sono del tutto sufficienti a fresare un corpo tridimensionale, ma che gli altri 3 gradi di libertà favoriscono grandemente la facilità con cui l'operatore può manovrare correttamente la macchina.

Una volta fabbricati, gli inlay di ceramica furono caratterizzati individualmente e glasati (Translucent and Intensive, Vita Zahnfabrik) per imitare la situazione clinica effettiva seguendo le procedure raccomandate dalla casa produttrice.

Cementazione

Tutti gli inlay furono lavati con acqua deionizzata, asciugati ad aria e trattati con acido (acido fluoridrico, mordenzante per ceramica Vita, Vita Zahnfabrik) per 60 secondi. Quindi furono nuovamente lavati e asciugati ad aria e poi messi in una soluzione di silani (Silicoup, Kulzer, Wehrheim, Germania) per 60 secondi. Dopo asciugatura ad aria gli inlay furono ricoperti con una sottile pellicola di resina legante (Heliobond, Vivadent, Schaan, Liechtenstein) e conservati al buio. I denti preparati furono lavati con soluzione fisiologica, asciugati ad aria e trattati con acido (acido fosforico, mordenzante Gluma, Bayer dental) per 60 secondi. Furono poi lavati con acqua deionizzata, asciugati ad aria e rivestiti internamente con una sottile pellicola di resina legante (Heliobond, Vivadent). Si riempirono quindi le preparazioni di resina composita (Heliomolar, Vivadent) e si misero gli inlay. La resina fu fotopolimerizzata (Optilux) per 5 minuti - 1 minuto per ognuna delle due superfici prossimali, 1 minuto per la superficie occlusale e 1 minuto ciascuno per le superfici vestibolare e linguale.

Analisi con microscopia elettronica a scansione (SEM)

Si raccolsero dati per un totale di 216 punti occlusali e 209 prossimali. Per ottenere ulteriori informazioni tutti i campioni furono anche sezionati in direzione mesiodistale e vestibololinguale per consentire la valutazione del divario marginale. Per ogni campione si registrarono oltre 40 misurazioni. Prima dell'analisi si valutò ogni campione per escludere qualsiasi artefatto dovuto all'asciugatura. Dopo aver ricoperto i campioni d'oro in una camera sotto vuoto si eseguì un'analisi SEM convenzionale. L'analisi SEM (Stereoscopio SEM 250 MK3, Cambridge instruments) fu eseguita presso un istituto non operante a scopo di lucro (EMPA, Eidgenossisches Material und Prufungsanstalt, Dubendorf, Germania). Si utilizzò un ingrandimento standard di 100 X. L'errore possibile di "inclinazione" fu mantenuto al di sotto di 3 µm. Per standardizzare e ottimizzare il procedimento tutti i campioni furono

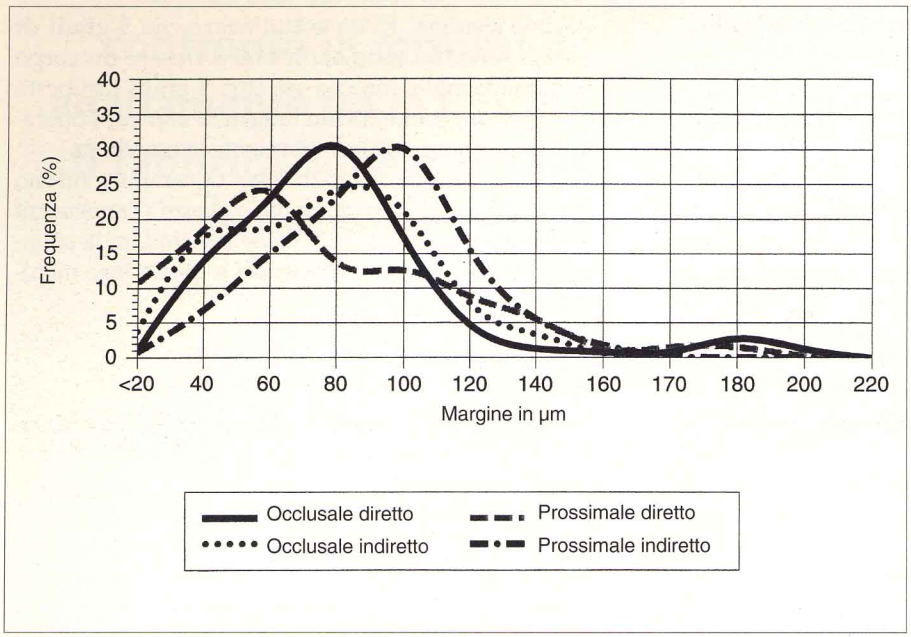

Fig. 1 Rappresentazione grafica dei divari marginali degli inlay.

esaminati dallo stesso individuo.

Per rappresentare graficamente i dati si usarono i programmi di software SMARTWARE (Informix Software, Lenexa, KS) e EXCEL 4 (Microsoft, Apple Computer, Cologno Monzese, Italia).

Risultati

Divario marginale degli inlay diretti

Il divario marginale prossimale medio degli inlay diretti era di 67,81 µm (deviazione standard 28,55 µm, valori estremi 0 e 140 µm), e il divario occlusale era di 74,67 µm (deviazione standard 35,63 µm, valori estremi 0 e 210 µm) (Tavola 1). Con l'ausilio del piatto di taratura si mise a punto il SEM in modo che avesse una precisione di 100 µm. Si usò quindi un ingrandimento molto più basso (100 X) e la successiva acquisizione di dati da parte dello stesso individuo mostrò differenze comprese fra 1 e 2 µm. L'operatore SEM fu perciò in grado di analizzare correttamente i campioni, ottenendo valori riproducibili.

Si calcolarono i valori medi mettendo insieme i dati raccolti in singoli gruppi. Si ottennero quattro serie di dati: i divari marginali occlusali degli inlay diretti, i divari marginali prossimali degli inlay diretti, i divari marginali occlusali degli inlay indiretti e i divari marginali prossimali degli inlay indiretti. Ogni gruppo era composto da valori registrati sull'elemento intatto (valori occlusali esterni e valori prossimali esterni) e dai valori registrati sull'elemento sezionato (valori occlusali interni e valori prossimali interni). I dati presentati in Fig. 1 sono perciò costituiti dall'insieme delle singole misurazioni dei denti analizzati. Dallo stesso campione si possono derivare due valori separati (ad esempio 40 µm e 140 µm) riportati sul grafico. Le Figure 2 e 3 mostrano campioni rappresentativi dei divari marginali prossimali e occlusali.

Tavola 1 Valori registrati di divario marginale per inlay diretti e indiretti

	Diretto		Indiretto	
	Prossimale	Occlusale	Prossimale	Occlusale
Minimo (µm)	0	0	20	0
Massimo (µm)	140	210	150	200
Valore medio (µm)	67.81	74.67	86.28	60.83
DS (µm)	28.55	35.63	26.82	42.19
Numero totale dei punti misurati	80	105	129	111

Divario marginale degli inlay indiretti

Il divario marginale prossimale medio degli inlay fabbricati usando la tecnica diretta era di 86,28 µm (deviazione standard 26,83 µm, valori estremi 20 e 150 µm) e il divario occlusale era di 68,83 µm (deviazione standard 42,19 µm, valori estremi 0 e 200 µm) (Tavola 1). I dati della Fig. 1 si ottennero come descritto in precedenza.

L'analisi statistica dei dati registrati che comparava i divari prossimali marginali ottenuti con la tecnica di fabbricazione diretta coi valori ottenuti con la tecnica di fabbricazione indiretta indicò che la tecni-

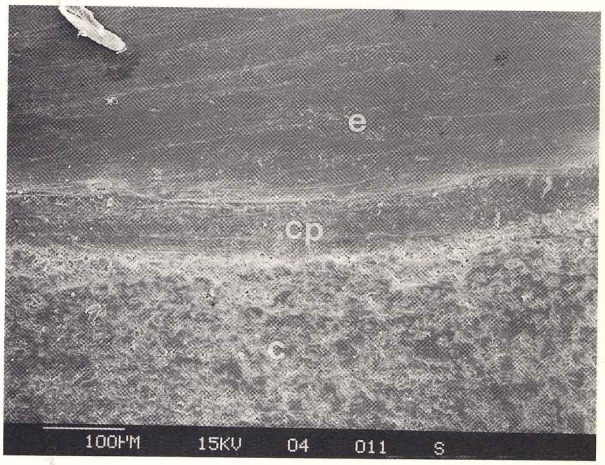

Fig. 2 Divario marginale prossimale rappresentativo di un restauro diretto (c = ceramica; cp = composito, e = smalto).

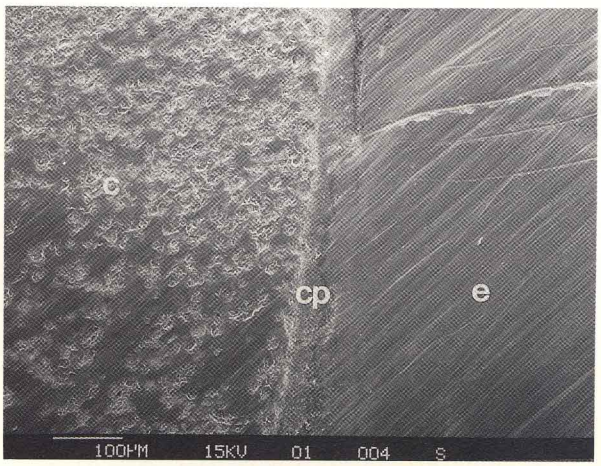

Fig. 3 Divario marginale occlusale rappresentativo di un restauro diretto (c = ceramica; cp = composito; e = smalto).

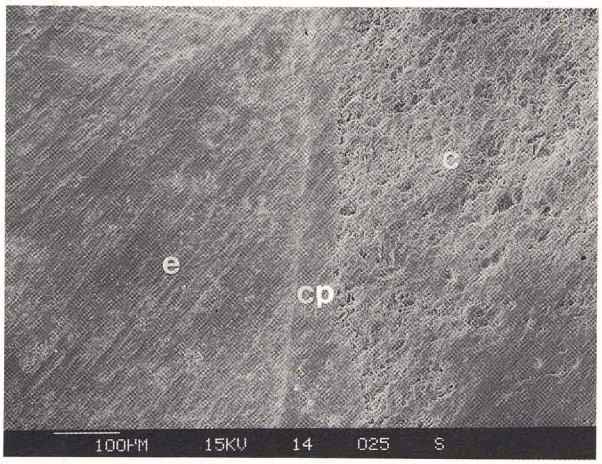

Fig. 4 Divario marginale prossimale rappresentativo di un restauro indiretto (c = ceramica; cp = composito; e = smalto).

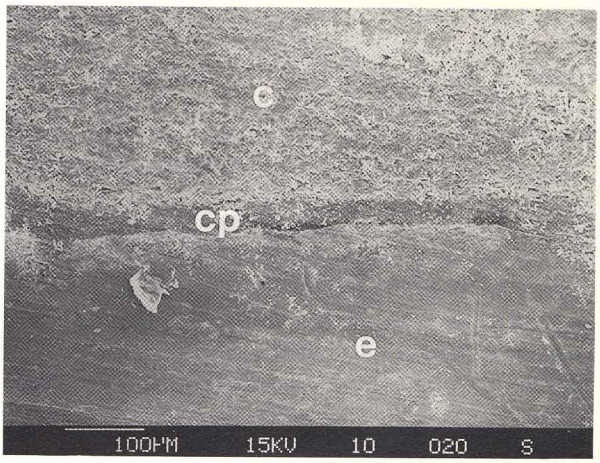

Fig. 5 Divario marginale occlusale rappresentativo di un restauro indiretto (c = ceramica; cp = composito; e = smalto).

Tavola 2 Confronto statistico delle dimensioni del divario marginale ottenute con le due tecniche di fabbricazione

	Tecniche di fabbricazione			
	Diretta	Indiretta	Differenza	Significatività statistica
Divario occlusale medio (µm)	74.67	60.83	13.84	$P < 0.01$
Divario prossimale medio (µm)	67.81	86.28	18.47	$P < 0.01$

ca di fabbricazione diretta dava risultati significativamente migliori ($P < 0,01$). La stessa analisi fu condotta per i divari occlusali delle due tecniche di fabbricazione. Di nuovo la differenza era significativa ($P < 0,01$) ma i risultati migliori si ottennero usando la tecnica di fabbricazione indiretta (Tavola 2). Le Figure 4 e 5 mostrano campioni rappresentativi di divari marginali prossimali e occlusali di restauri indiretti.

Discussione

Lo sviluppo di nuovi materiali per i restauri dentali è in costante aumento.[14-16] La ricerca di un materiale che somigli al dente naturale ha suggerito lo sviluppo delle resine composite e della ceramica.[17,18] Le informazioni e i risultati a lungo termine sui restauri interamente in ceramica sono ancora incompleti.[19]

Le tecniche di fabbricazione convenzionale coinvolgono molte variabili e le caratteristiche fisiche e

chimiche finali di un restauro di ceramica differiscono in maniera significativa dallo standard ideale. L'uso di un blocco di ceramica prefabbricato garantisce la conservazione delle proprietà del materiale.

Il vantaggio fondamentale del Sistema di ceramica lavorabile a macchina (MCS) è l'uso di un materiale ceramico industriale ottenuto in condizioni ideali e con parametri standardizzati verificabili.[20]

Uno dei principali svantaggi di MCS della prima generazione era il cattivo adattamento marginale del restauro fresato alle pareti della cavità preparata. La ricerca in corso sta portando allo sviluppo di un nuovo MCS con caratteristiche migliorate, che rappresenta MCS della seconda generazione. A quest'ultimo gruppo appartiene il CELAY.

I dati della Fig. 1 derivano dalle 219 misurazioni dei divari occlusali e dalle 209 misurazioni dei divari prossimali eseguite su 10 denti del giudizio umani estratti. Le differenze di divario marginale prossimale delle ricostruzioni ottenute col metodo diretto rispetto a quello indiretto indicano che il metodo diretto produce restauri con divario marginale ridotto. La procedura indiretta ha delle limitazioni inerenti, come ad esempio la presa dell'impronta, la fabbricazione di un modello maestro, ecc. che aumentano teoricamente la possibilità di errore finale.

Si può ragionevolmente ritenere che le diverse dimensioni dei divari marginali dipendano perciò dal modo in cui viene fabbricato il proinlay.

I dati indicano che il metodo di impronta per le aree interprossimali dovrebbe essere perciò eseguito con ESPE CELAY TECH. Questo materiale è in effetti una resina composita particolare e non un elastomero ed ha proprietà fisiche totalmente differenti da quelle di un elastomero. Dopo la polimerizzazione, è più consistente, meno resistente alla sollecitazione e tende a creparsi e a rompersi. Perciò se è presente un sottosquadro, o non si riesce a togliere il modello oppure questo si rompe. In entrambi i casi il difetto è evidente e può essere corretto.

La procedura indiretta è più precisa dell'impronta diretta per quello che riguarda l'adattamento occlusale. Poiché le pareti della cavità sono preparate con una divergenza di 6-8 gradi, la rimozione del proinlay dalla cavità è più facile e i sottosquadri sono meno frequenti o assenti in queste aree. Le caratteristiche di flusso degli elastomeri sono più alte di quelle della resina composita e perciò l'adattamento marginale è migliore. Così l'impronta è sollecitata in misura minore quando viene tolta dalla preparazione e la precisione finale in questi siti è migliore.

La rilevanza clinica delle due differenze può comunque essere minima, perché l'uso della tecnica di cementazione adesiva crea un legame fisico e chimico tra dente e inlay.[21-23] Perciò, entro dati limiti di dimensioni del divario marginale, cioè 100 µm, si può presumere che non ci sarà alcuna differenza nel risultato clinico.[24,25] La scelta di una tecnica diretta o indiretta sarà per lo più una questione di preferenza individuale.

Il sistema CELAY è una recente aggiunta alla famiglia delle ceramiche lavorabili a macchina. E' probabile che questi sistemi godranno di un'ampia espansione in un futuro prossimo, e ci sono grandi aspettative riguardo alla possibilità che i materiali MCS offrano risultati più estetici e duraturi.

Conclusioni

Si valutò il divario marginale dei restauri di ceramica lavorati a macchina CELAY formati con le tecnica diretta e indiretta. Entro i limiti dell'entità dei campioni dello studio e dei parametri dello studio stesso si possono trarre le seguenti conclusioni:

1. C'era una differenza significativa ($P < 0,01$) nel divario marginale degli inlay di ceramica fatti con la tecnica diretta e indiretta.
2. Gli inlay fatti con la tecnica diretta avevano un divario prossimale medio di 67,81 µm (deviazione standard 28,55 µm, valori estremi 0 e 140 µm), mentre il procedimento indiretto produsse un divario prossimale medio di 86,28 µm (deviazione standard 26,82 µm, valori estremi 20 e 150 µm).
3. Gli inlay fatti con la tecnica diretta avevano un margine occlusale medio di 74,67 µm (deviazione standard 35,63 µm, valori estremi 0 e 210 µm), mentre la procedura indiretta produsse un divario prossimale medio di 60,83 µm (deviazione standard 42,19 µm, valori estremi 0 e 200 µm).

Ringraziamenti

Gli autori ringraziano i Professori F. Santori e M. Trentalancia e i Dottori G. Signorelli, G. Valenti e A. Pampalone per i molti utili suggerimenti dati loro sia durante il lavoro che durante la fase critica di lettura del manoscritto. L'analisi SEM è stata eseguita dalla Signora C. Schenk. L'aiuto tecnico fornito da N. Colaianni, M. Colombo, M. Loviso, M. Samarati, M. San Juan e A. Tomaselli è stato eccellente, come pure l'assistenza segretariale di M. T. Quaglia. Si ringrazia gentilmente il Dr R. Petrillo per la redazione definitiva della versione inglese.

Bibliografia

1. Brodbeck U, Schärer P. Keramikinlays als Seitenzahnrestauration. Schweiz Monatsschr Zahnmed 1992;102:331-337.
2. Christensen GJ. A look at the state of the art. Tooth colored inlays and onlays. J Am Dent Assoc 1992;123:66-70.
3. Fan PL, Stanford JW. Ceramics: Their place in dentistry. Int Dent J 1987;37:197-201.
4. Hench LL. Bioceramics, from concept to clinic. J Am Ceram Soc 1991;74:1487-1493.
5. Roulet JF, Herder S. Seitenzahnversorgung mit adhaesiv befestigten Keramikinlays. Quintessenz: Berlin, 1989:33-70.

6. Siervo S, Pampalone A, Valenti G, Bandettini B, Siervo R. Porcelain CAD-CAM Veneers. Some new uses explored. J Am Dent Assoc 1992;123:63-67.
7. Altschuler BR. Holodontography: an introduction to dental laser holography: SAM-TR-73-4 Report, No. AD 758191 Texas, Brooks AFB, USAF School of Aerospace, Medical Div (AFSC), 1973;78:235.
8. Duret F, Blouin JL, Duret B. CAD-CAM in dentistry. J Am Dent Assoc 1988;117:715-720.
9. Rekow ED. Computer aided design and manufacturing in dentistry: a review of the state of the art. J Prosthet Dent 1987;58:512-516.
10. Mormann W, Brandestini M. Verfahren zur Herstellung medizinischer und zahntechnischer alloplastischer, endound exoprothethischer Passkoerper. Patent (CH 1980), EP-A-00 54785, 1981.
11. Eidenbenz S. European Patent, EP 0 480 209 AI, 1992.
12. Krejci I, Lutz F, Fuellemann J. Zahnfarbene inlays/overlays. Schweiz Monatsschr Zahnmed 1992;102:73-80.
13. Eidenbenz S. Das Kopierschleifen keramischer Formkoerper. [Medical dissertation]. Zurich, 1992:3-5.
14. Jenkins NS. The perfect porcelain inlay. Dent Cosmos 1913;5:711-723.
15. Strub JA. Vollkeramische Systeme. Dtsch Zahnärztl Z 1992;9:566-571.
16. Bergmann P, Noack MJ, Roulet JF. Der Einfluss der Kavitaetenform auf das Randverhalten von Klasse-I-Kompositfuelleungen. Dtsch Zahnärztl Z 1990;45:663-666.
17. Hahn R, Lost C. Microstructure and strength analysis of ultrasonically shaped ceramics. Schweiz Monatsschr Zahnmed 1993;103:844-850.
18. Beham G. IPS-Empress: eine Keramik-Technologie. Ivoclar Vivadent report no. 1990;6:3-14.
19. Rekow ED. Dental CAD-CAM Systems. What is the state of the art? J Am Dent Assoc 1991;122:43-48.
20. Hahn R, Lost C. Konventionelle Dentalporzellane versus bruchzaehe Hochleistungskeramiken. Dtsch Zahnärztl Z 1992;47:659-664.
21. Friedman MJ. Augmenting restorative dentistry with porcelain veneers. J Am Dent Assoc 1991;122:29-34.
22. Krejci I, Lutz F, Krejci D. Zahnfarbene Seitenzahnrestaurationen. Merkpunkte und Klinisches Konzept. Schweiz Monatsschr Zahnmed 1991;101:1163-1168.
23. Krejci I, Lutz F, Fullemann J. Zahnfarbene Inlays/Overlays: Zahnfarbene adhasive Inlays und Overlays: Materialien, Prinzipien, und Klassifikation. Schweiz Monatsschr Zahnmed 1992;102:73-80.
24. Hahn R. Experimentelle Untersuschungen zur reproduzierbaren Passgenauigkeit Keramischer Einlage-fuellungen. Dtsch Zahnärztl Z 1990;45:653-656.
25. Asmussen E. Clinical relevance of physical, chemical and bonding properties of composite resins. Oper Dent 1985;10:61-73.

Die Keen Miles

Gesso extra duro tipo V ADA

CDGDB 325

Conforme alla normativa ADA n° 25

Non è necessario alcun indurente per ottenere le massime caratteristiche fisiche

Descrizione

Gesso naturale estremamente duro, ma non fragile, di colore verde. Consigliato per monconi e per i modelli per la protesi fissa. La formulazione è stata studiata per ottenere resistenza e accuratezza ed un tempo di indurimento controllato. Componibile con tutti i materiali per impronta, inclusi gli idrocolloidi reversibili. La polvere è superfine e consente di ottenere monconi e modelli "lucidi".

Die Keen viene spesso citato in letteratura come materiale di riferimento per studi e test sui gessi dentali.

Caratteristiche

Rapporto di polvere-acqua: 21 g - 100 ml
Tempo indurimento iniziale: 10-13 min.
Tempo di indurimento finale: 20-22 min.
Resistenza al taglio: da 32,03 lb* a 85,13 lb**
* ø campioni 4 mm ca. ** ø campioni 8 mm ca.

Per ordinazioni: Dr. Riccardo Ilic' spa - n° verde167-821040